

学校编码: 10384

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_

学号: X2009230366

UDC\_\_\_\_\_

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

视频车辆轨迹分析算法的设计与实现

Design and Implementment Video-based Vehicle Trajectory

Analysis Algorithm

方均鑫

指导教师姓名: 龙 飞 副 教 授

专 业 名 称: 软 件 工 程

论文提交日期: 2011 年 10 月

论文答辩日期: 2011 年 11 月

学位授予日期: 2011 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2011 年 10 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为( )课题(组)的研究成果,获得( )课题(组)经费或实验室的资助,在( )实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

## 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（        ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，  
于        年        月        日解密，解密后适用上述授权。

（    ☒    ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年        月        日

## 摘 要

政府已将智能交通系统作为中国未来交通发展的重要方向,在这个重要的政策下,智能交通业的发展必然是一片百家争鸣的景象。视频检测技术也将成为整个智能交通系统前端信息采集的核心与瓶颈。

本文首先介绍了视频检测技术的概念、研究背景,阐述了视频检测技术在智能交通系统中的重要性以及当前流行的视频检测技术及相关算法。在此基础上,提出了视频检测算法的改进思路,包括针对白天和夜间的算法区分及图片处理的颜色模型选择。其中详细阐述了关于帧差法的使用和夜间借助车尾灯的检测方式。根据提出的改进思路设计了一个仿真程序,并借助实际项目的路口视频材料进行算法效果测试。通过测试验证了算法的合理性和准确性。

**关键词:** 视频检测; 颜色模型; 帧差法; 车辆轨迹分析

## Abstract

The government has taken the intelligent transportation system as China's important direction of transport development. And in this important policy, the development of intelligent transportation industry must be a scene of lively debate. Herein video detection technology will become the front-end intelligent transportation systems throughout the core information collection and bottlenecks.

This paper introduces the concept of video detection technology, research background, the importance of the video detection technology in intelligent transportation systems and explains the popular video detection technology and related algorithms. On this basis, the paper proposes ideas to improve the video detection algorithms, including algorithms for the distinction between daytime and nighttime, and the model selection of color picture processing. It details the use of frame-difference method and the detection method of the nighttime with the taillights. According to ideas above, paper makes a simulation program to improve the design, and carry out a algorithm efficiency test with the actual video material items of intersection. Algorithm is verified reasonable and accurate by testing.

**Keywords:** Video Detection; Color Model; Frame Difference Method; Taillight Detection.

## 目 录

第一章 绪 论 .....	1
1.1 研究背景及意义 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	2
1.3 本文的研究内容与论文结构 .....	3
第二章 相关技术介绍 .....	4
2.1 视频检测部署图 .....	4
2.2 视频检测核心技术 .....	4
2.3 图像分析技术分类的三种基本范畴 .....	6
2.3.1 低级处理 .....	6
2.3.2 中间处理 .....	6
2.3.3 高级处理 .....	7
2.4 图像处理中的颜色选择 .....	7
2.5 彩色边缘和彩色边缘检测 .....	8
2.6 彩色边缘检测的方法 .....	8
2.6.1 输出融合法 .....	8
2.6.2 多维梯度法 .....	9
2.6.3 常用的边缘检测算子 .....	9
2.6.4 边缘提取实例 .....	9
2.6.5 数学形态学处理 .....	10
2.6.6 形态学处理步骤 .....	11
2.7 CV 图像处理中的几个方法及结构 .....	14
2.7.1 Ipl Image 结构 .....	15
2.7.2 图像载入函数 .....	16
2.7.3 图像销毁函数 .....	17
2.7.4 Ipl ConvKernel .....	17
2.7.5 cvFindContours .....	18
2.8 本章小结 .....	19

第三章 车辆轨迹分析算法设计 .....	20
3.1 算法结构.....	20
3.2 帧差法 .....	20
3.2.1 高斯背景建模 .....	21
3.2.2 彩色图像处理颜色模型选用.....	22
3.2.3 阴影检测及标记.....	22
3.2.4 团块的特征提取.....	23
3.2.5 图像标识与分割.....	24
3.3 车尾灯检测.....	28
3.4 本章小结.....	29
第四章 车辆轨迹分析算法的实现 .....	31
4.1 仿真程序主界面 .....	31
4.2 白天视频检测 .....	32
4.3 夜间视频检测 .....	34
4.4 车辆的轨迹分析 .....	36
4.4.1 检测物体 .....	36
4.4.2 行进路线判断 .....	37
4.5 本章小结.....	38
第五章 总结与展望 .....	40
5.1 总结 .....	40
5.2 进一步的工作.....	40
附录.....	42
参考文献.....	52
致谢.....	54

## Contents

<b>Chapter1 Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Background.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Research Status.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Main Content.....</b>	<b>3</b>
<b>Chapter2 Related Technologies.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Video Detection Deployment Map .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Core Technology .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3 Three Basic Categories of Classification Image Analysis.....</b>	<b>6</b>
2.3.1 Low-level Process .....	6
2.3.2 Mid-level Process.....	6
2.3.3 High-level Process.....	7
<b>2.4 Color Selection in Image Process .....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 Color Edge Detection.....</b>	<b>8</b>
<b>2.6 Method of Color Edge Detection.....</b>	<b>8</b>
2.6.1 Output Fusion.....	8
2.6.2 Multi-dimensional Gradient.....	9
2.6.3 The General Edge Detection.....	9
2.6.4 Edge Detection Example .....	9
2.6.5 Morphological Process .....	10
2.6.6 Morphological Process Steps .....	11
<b>2.7 Cv Several Image Processing Methods and Structures.....</b>	<b>14</b>
2.7.1 Ipl Image's Struct.....	15
2.7.2 Method of Image Load .....	16
2.7.3 Method of Image Destroy.....	17
2.7.4 Ipl ConvKernel .....	17
2.7.5 cvFindContours.....	18
<b>2.8 Summary .....</b>	<b>19</b>



<b>Chapter3 Vehicle Trajectory Analysis Algorithm Design .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Algorithm Structure .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 The Frame Difference Method .....</b>	<b>20</b>
3.2.1 Gaussian Background Modeling .....	21
3.2.2 Color Model Selection.....	22
3.2.3 Shadow Detection and Marking .....	22
3.2.4 Blob Feature Extraction.....	23
3.2.5 Image Identification and Segmentation.....	24
<b>3.3 Taillights Detection .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4 Summary .....</b>	<b>29</b>
<b>Chapter4 Realization of Vehicle Trajectory Analysis Algorithm.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Main Form .....</b>	<b>31</b>
<b>4.2 Day of Video Detection .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3 Night of Video Detection.....</b>	<b>34</b>
<b>4.4 Trajectory Analysis.....</b>	<b>36</b>
4.4.1 Object Detection.....	36
4.4.2 Trajectory Analysis .....	37
<b>4.5 Summary .....</b>	<b>38</b>
<b>Chapter5 Conclusions and Future Work.....</b>	<b>40</b>
<b>5.1 Conclusions .....</b>	<b>40</b>
<b>5.2 Future Work .....</b>	<b>40</b>
<b>Appendix .....</b>	<b>42</b>
<b>References .....</b>	<b>52</b>
<b>Acknowledgements .....</b>	<b>54</b>

## 第一章 绪论

### 1.1 研究背景及意义

政府已将智能交通系统作为中国未来交通发展的重要方向。在“十二五”规划中智能交通作为交通规划的重要组成部分,预计 2011-2013 年,中国城市(道路)智能交通行业投资额预计将继续快速增长,2013 年总体市场规模将达到 459.5 亿元。交通部已经启动新一代智能交通系统发展战略和应用物联网技术推进现代交通运输策略研究两个重大研究项目,为未来 5-10 年发展进行谋划。

智能交通的眼睛——前端车辆检测是所有厂家的亮点所在。从传统的标清相机到如今沸沸扬扬的高清摄像机,从地感线圈到雷达,再到现在的视频检测(业内又称为虚拟线圈检测),无不透露这样一个信息,智能交通越来越智能化了。

相机图片效果如何,我们暂且不谈,我们先抓住在图片之前的检测技术。检测——整个智能交通系统的最前端,如果没有检测,就没有抓拍的数据,也就没有后来的数据整合与分析,由此看来检测是至关重要的。

当前盛行的智能交通(电子警察)的检测技术有地感线圈检测,雷达检测,视频检测等。地感,雷达可是传统老牌子的检测方式,它们的缺点就在于需要在破土架设,影响道路的运转与原貌,同时这两者设备的维护也是问题之一。视频检测借助抓拍相机的视频通过软件来达到抓拍物体的检测与信号触发,从部署和维护上大大的胜过前两者,由此带来的经济效益也是显而易见的。

视频检测作为交通参数采集的一个主要方式,不仅可以提供更直接的交通场景、检测范围大、可提供的参数多,而且安装、维护方便,对路面地基无损坏等。笔者参与的多项智能交通项目,皆以视频检测作为主要的检测手段,该方式目前也得到市场的青睐和肯定。但是目前视频检测技术的算法层出不穷,但是效果平平,主要的原因集中在视频的核心技术:运动目标的检测。实际项目实施中,相机设备的工作环境不比实验室环境,各类的自然因素夹杂其中,如光照,雨天,行人,自行车等等,这些都是干扰整个运动目标检测算法性能的主要因素。

如何能够更好的结合实际环境,排除干扰,从而提高运动目标的检测则是目

前整个智能交通系统中视频检测的关键点，也是卖点。

## 1.2 国内外研究现状

视频检测技术的应用始于二十世纪七十年代末。在美国联邦公路管理局的资助下，加州 Jet Propulsion 实验室于 1978 年开始尝试使用视频技术来检测车辆的运行，并取得了初步的进展。此后，欧美其它国家及日本等国相继展开了对视频检测技术的研究，一些视频检测系统也应运而生。其中，比较有代表性的是由明尼苏达大学研制开发并逐渐发展壮大的 Autoscope 视频检测系统。伴随着视频检测在交通管理控制应用范围的增大，一些针对各种视频检测设备、检测系统的评价研究也相继展开，为视频检测技术的完善与发展提供了宝贵的实地数据及改进的策略与方向。进入二十一世纪，在研究界、企业界和交通管理部门的共同努力下，视频检测技术日趋成熟，并逐渐取代传统的感应线圈、雷达等检测技术，成为实际交通管理工作中获取交通信息的重要来源与手段。同时，韩国汉城奥林匹克高速公路、纽约 Gowanus 快速路、香港机场隧道等诸多的成功应用实例，使视频检测技术受到了越来越广泛的关注。

基于视频技术的交通信息检测系统经历了两个发展阶段。初阶段采用的是基于 PC 平台的检测系统，主要是基于 x86 系列 CPU 外加存储、扩展板卡、通信控制电路模块构成，处理算法在通用处理器上运行。其主要优点是软硬件扩展性好，器件支持厂家多。主要缺点是功耗高，一般在 100 W 左右；体积大，不利于安装；在高温、强灰尘环境下稳定性差。现阶段主要是基于 DSP 嵌入式平台的检测系统，其主要优点是功耗低，一般小于 10 W，体积小，可在极度恶劣条件下工作及成本低。主要缺点是硬件扩展性差，器件支持厂家少，且开发复杂。

在国外，基于视频技术的交通信息检测系统从 20 世纪 90 年代起进入了商业化阶段，成熟产品如美国 ISS 公司的 Autoscope 系列产品、美国 ITERIS 公司的 Iteris 系列产品、英国 Peek 公司的 Peek 系统等。国内，基于视频技术的交通信息检测系统还处在初级阶段，较成熟的产品如川大智胜公司基于 PC 平台实现的系统。目前，国内外公司纷纷将产品研发方向转向基于 DSP 的嵌入式平台开发。

### 1.3 本文的研究内容与论文结构

本文根据笔者曾参与的智能交通项目，并结合自己对同业界内对于视频检测技术的理解和相关资料的查阅与研究分析从而对现行的视频检测技术中的图像分析算法提出改进措施，并且通过实际的软件仿真来测试新的算法性能。

全文分为五章，具体内容如下：

第一章 介绍智能交通系统（ITS）在当前政策下的发展前景，并对新兴的视频检测技术的优点进行了简单介绍。简要的阐述了当前国内外对于视频检测技术的发展态势及成果。最后介绍本文的研究内容以及论文结构。

第二章 介绍视频检测的相关技术，通过这些技术的介绍来描述视频检测技术的概念和主要算法依托。

第三章 详细阐述了本文对于视频检测技术——车辆轨迹分析算法的设计，是本文的核心算法说明部分。

第四章 笔者通过对该算法的仿真实现，更形象的把车辆轨迹分析这一算法展示出来。

第五章 全文工作进行总结并提出进一步的工作展望。

## 2.1 视频检测部署图

## 2.2 视频检测核心技术

目前，基于视频的运动目标检测方法主要有光流法<sup>[1]</sup>、背景帧差法<sup>[2-3]</sup>、相邻帧差法等。基于光流方法的运动检测采用了运动目标随时间变化的光流特性，该方法可以达到很好的精度，但计算量较大，实时性和实用性较差。相邻

帧差法使用时间连续的两帧图像相减, 来判断是否有运动目标出现。文献<sup>[4-5]</sup>研究了一种自适应背景减除与连续 3 帧差分相结合的混合算法, 这种方法能够快速有效地从背景中检测出运动目标, 比连续两帧差分的效果要好。但对慢速运动的物体, 如果时间差选择不适当, 当物体在前后两帧中几乎完全重叠时, 则检测不到物体。背景差法将当前帧和背景图像相减, 结合背景更新算法能够得到比较精确的运动目标信息, 应用在实时性较高的场合。由于背景差法其原理和算法设计简单易于实现, 因而是目前应用最广泛、最成功的运动目标检测方法。本文采用背景帧差法检测运动车辆。传统的背景帧差法采用背景图像与当前帧图像的灰度差值来实现, 当车辆与背景的灰度非常接近时, 易造成分割出的区域存在大片的空洞或破裂。通过对采集的大量视频图像分析发现, 车辆与背景灰度接近时, 一般颜色不会相同。因此本文在采用建立在 RGB 彩色空间上的背景帧差法检测运动目标, 并利用梯度极限值法检测的对物体进行再判断, 从而提高物体检测的精确度。

## 2.3 图像分析技术分类的三种基本范畴

图像分析技术分类有三种基本范畴：

- (1) 低级处理：图像获取、预处理
- (2) 中级处理：图像分割、表示与描述
- (3) 高级处理：图像识别、解释，缺少理论，为降低难度，设计得更专用。

它们之间的联系如图 2-2 所示：

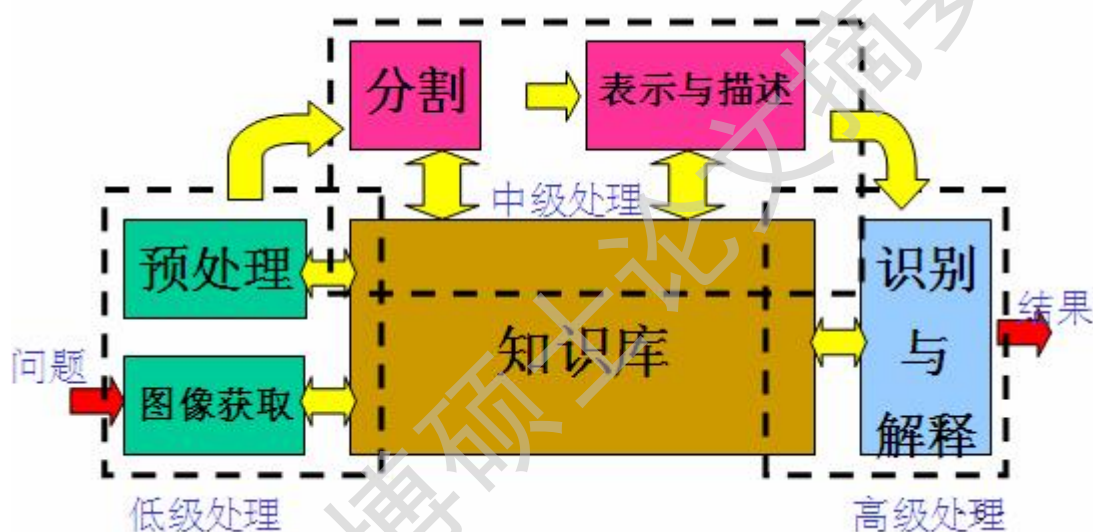


图 2-2 图像分析技术分类的三种基本范畴的联系

### 2.3.1 低级处理

低级处理主要在于如何获取我们要处理的图片源。依据传统的视频检测技术可以通过相机采集视频然后输送给工控机上的视频采集卡，然后由视频采集卡转换成想要的图片格式。如果是高清视频（1080P），直接通过网络主动获取图片流（一般是 JPEG 流），然后解码成一帧帧的 JPG 图片信息。

### 2.3.2 中间处理

中间/中级处理则主要是利用一些知识库如下面要提及的 CV 图像处理库来对图像进行初步的处理。处理过程基本就是图片分割，然后进行表示和描述。

### 2.3.3 高级处理

高级处理是整个图像分析的关键点，如何选用一些快速有效的分析算法，是整个图像分析性能优劣的决定性步骤。

目前，基于视频的运动目标检测方法主要有光流法<sup>[1]</sup>、背景帧差法<sup>[2-3]</sup>、相邻帧差法等。本文笔者用到的是背景帧差法<sup>[2-3]</sup>、相邻帧差法<sup>[6]</sup>的结合。

## 2.4 图像处理中的颜色选择

为了正确使用颜色，需要建立颜色空间。颜色空间是对彩色的一种描述方法，它有很多种类型，如：RGB，CMY，YIQ，YUV，HSL 等。

- ① RGB 是使用较普遍的颜色空间，由于显示器采用此模型，因此，算法的执行速度较快。
- ② HSL 是由色调（H），饱和度（S）和亮度（L）三个颜色分量组成的一类颜色空间，是面向用户的一种复合主观感觉的颜色空间，通常用于选择颜色，更接近人对颜色的感知。
- ③ YCbCr 是 DVD、摄像机、数字电视等消费类视频产品中，常用的色彩编码方案。YCbCr 有时会称为 YCC。YCbCr 在模拟分量视频（analog component video）中也常被称为 YPbPr。YCbCr 不是一种绝对色彩空间，是 YUV 压缩和偏移的版本。
- ④ YUV 主要用于优化彩色视频信号的传输，使其向后相容老式黑白电视。与 RGB 视频信号传输相比，它最大的优点在于只需占用极少的频宽（RGB 要求三个独立的视频信号同时传输）。其中“Y”表示明亮度（Luminance 或 Luma），也就是灰阶值；而“U”和“V”表示的则是色度（Chrominance 或 Chroma），作用是描述影像色彩及饱和度，用于指定像素的颜色。“亮度”是透过 RGB 输入信号来建立的，方法是将 RGB 信号的特定部分叠加到一起。

本文中采用的是 RGB 颜色空间，其优点就在于算法的执行速度较快，这对于处理实时的视频数据分析是比较重要的。



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库